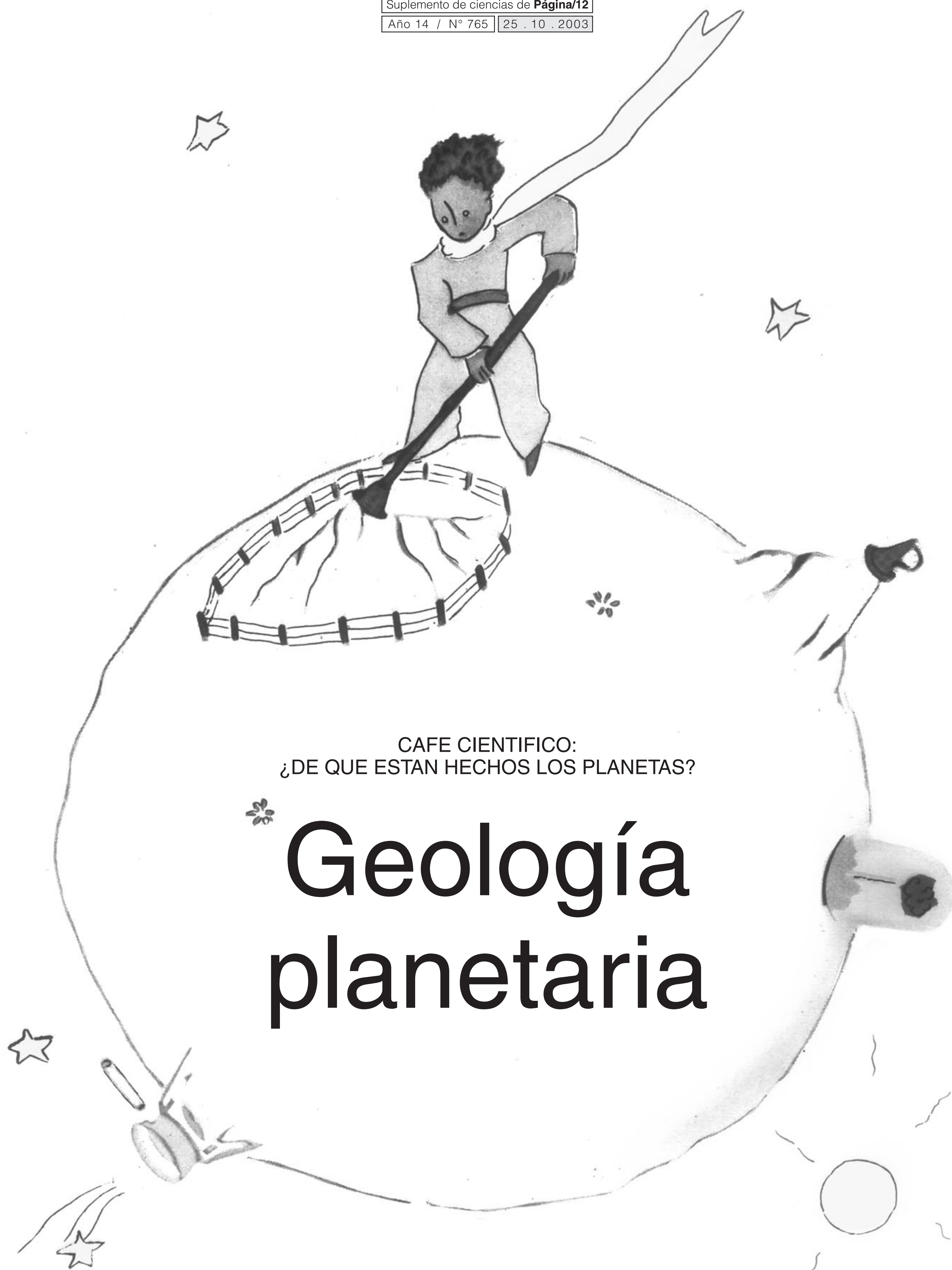
futuro
Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 14 / N° 765 | 25 . 10 . 2003



CAFE CIENTIFICO:
¿DE QUE ESTAN HECHOS LOS PLANETAS?

Geología planetaria

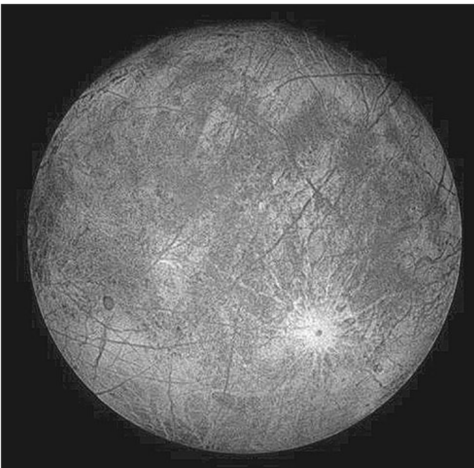
Debajo de nuestros pies se extiende un escenario donde se desarrolla una invisible e incesante función: movimientos de placas tectónicas, terremotos, flujos de magma y la presencia de un núcleo de hierro recubierto por una capa que se comporta como un líquido. Ni más ni menos que una escena de la que la Tierra no tiene la exclusividad: cada planeta (al menos los “terrestres”, es decir, Mercurio, Venus y Marte) cuenta con sus propios episodios y anécdotas geológicas llenas de cráteres, impactos de meteoros y volcanes que narran de qué están hechos y cómo se formaron. En esta edición de **Futuro**, fragmentos de Café Científico en el que el geólogo Ernesto Cristallini y la astrónoma Mirta Gabriela Parisi relataron la historia y composición de esos cuerpos llamados “errantes” por los griegos y hoy conocidos como planetas.

Geología...

POR SERGIO DI NUCCI

Desde la Antigüedad clásica, los planetas fueron objeto de curiosidad y devoción, asociados a los dioses. Fray Luis de León cantó, como tantos otros poetas renacentistas, la armónica música de las esferas. Pero precisamente en el Renacimiento surgía una nueva astronomía que iba a dar respuestas cada vez más precisas, aunque menos musicales, a la pregunta acerca de la naturaleza de los planetas. Y quinientos años después, la geología, que parecía una ciencia sólo orientada al estudio del planeta Tierra, es ahora una disciplina que estudia, con medios a la vez tecnológicamente sofisticados e intelectualmente desafiantes, la consistencia de los cuerpos celestes.

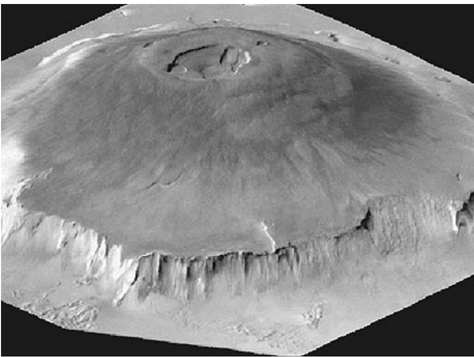
Quienes se encargaron de exponer sus renovadoras perspectivas sobre este tema clave de la astrofísica contemporánea fueron la astrónoma Mirta Gabriela Parisi (de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata) y el geólogo Ernesto Cristallini (profesor adjunto del Departamento de Ciencias Geológicas, UBA) en el Café científico número 8, titulado "Geología planetaria: ¿de qué están hechos los planetas?", que organiza el Planetario Galileo Galilei de la Secretaría de Cultura del Gobierno de la Ciudad en la Casona del Teatro (Av. Corrientes 1979), los terceros martes de cada mes. El próximo Café científico, y último del año, será el 18 de noviembre y el título es "Vida artificial: el último sueño tecnológico".



EUROPA, LUNA DE JUPITER.



INTERIOR DE LA TIERRA.



MONTE OLIMPO (MARTE).



Daniel Jayo

LA ASTRONOMA MIRTA GABRIELA PARISI Y EL GEOLOGO ERNESTO CRISTALLINI EXPUSIERON EN EL VIII CAFE CIENTIFICO DEL AÑO.

LEVANTATE Y FORMATE

Mirta Gabriela Parisi: Para hablar de geología planetaria es fundamental conocer los procesos de formación de planetas. La formación del Sistema Solar y de los sistemas planetarios en general se da del modo siguiente: una estrella se forma a partir del colapso del núcleo de una nube molecular flotante. Algunas regiones de esas nubes moleculares poseen una densidad mayor y el colapso gravitatorio del núcleo de esa nube molecular termina por armar una estrella. Esa estrella, debido al colapso, rotaría a una velocidad tan grande que la haría romperse. Pero entonces, ¿por qué no se rompe una estrella?: porque por suerte se forma un disco en el plano del Ecuador de la estrella. Un disco de gas y polvo que tiene la misma composición de la estrella y que da origen a la formación del planeta. El disco de gas (en un 98 por ciento) y polvo (un dos por ciento) orbita entonces alrededor de la estrella. Pero, ¿cómo se forman los planetas a partir de ese disco de gas y polvo? Existen básicamente dos teorías: una es la teoría de la inestabilidad gravitacional, que dice que los planetas se forman por colapsos gravitatorios, de la misma manera que se forma una estrella. La otra teoría se llama *"teoría del planetesimal"*. Se supone que es la más aceptada por la comunidad científica, aunque la anterior ha resurgido en los últimos cinco años. Yo voy a hablarles de la teoría del planetesimal, porque la teoría de la inestabilidad gravitacional no me permite, paradójicamente, explicarles el tema de hoy, es decir, no me permite describir del todo las características geológicas de los planetas.

Tenemos el colapso del núcleo de una nube molecular, una estrella central que es el sol y un disco de gas y polvo alrededor. ¿Qué nos dice la teoría del planetesimal? Que el disco de gas y polvo va a tener una temperatura que va a ser alta en las partes que se encuentran cerca del sol y más baja en la medida en que se encuentran más alejadas del sol. Las partículas de polvo del disco colisionan entre sí y se pegan. De este modo se forman objetos de mayor tamaño. Las partículas de polvo se distribuyen a lo largo de todo el disco y, si están muy cerca del sol, se evapora el hielo (de agua, de amoníaco, de metano) que contienen.

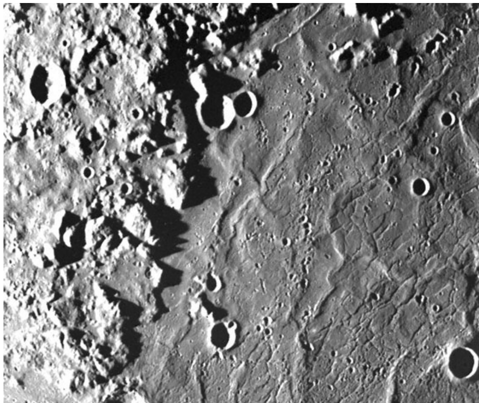
Lejos del sol el hielo de esas partículas no se evapora porque la temperatura es muy baja. Así, en la región de los planetas terrestres (Mercurio, Venus, la Tierra, Marte) tendré partículas ricas en elementos pesados. No voy a tener allí hielos. De nuevo: si me alejo del sol tendré estos mismos elementos pesados junto a los hielos. Es decir, la zona de los planetas terrestres tiene estructuras ricas en materiales pesados, y la zona de los planetas gigantes tendrá una composición rica en hielos. Esas estructuras, esos objetos, por un proceso de "coagulación" se van agrandando, y al llegar a una dimensión de un kilómetro se los denomina "planetesimal". Y así como aquellas partículas de polvo colisionaban y se adherían entre sí, ahora son estos objetos, estos planetesimales, los que lo hacen. Y la evolución de estos planetesimales dictará el curso de la formación de los planetas. Ahora bien, ¿qué sucede con el gas? Básicamente, el gas es hidrógeno. Y en la zona del sistema solar interior ese gas se escapa con mayor facilidad. Precisamente, al ser pequeños los planetas terrestres tienen menos fuerza gravitatoria como para poder retener las moléculas de gas.

¿Cómo evolucionan los planetesimales hasta formar un planeta? Del mismo modo: colisionando entre ellos y adhiriéndose. Tenemos a una estrella central y a muchísimos planetesimales que dan vueltas a su alrededor. En la medida en que un planetesimal adquiere más volumen tendrá mayor fuerza gravitacional como para atraer a otros planetesimales. Los planetas terrestres se formaron por este proceso de agregado, o "acreción". Algunos objetos (cometas, asteroides, ciertos satélites) son remanentes de este proceso de acreción, es decir, planetesimales remanentes. Y sus choques con otros objetos del sistema solar han producido colisiones importantísimas, al punto que introdujeron en ellos modificaciones geológicas. Por ejemplo, el agua de la Tierra ha sido traída por estos objetos.

HUELLAS DE IMPACTOS PASADOS

Parisi (*continúa*): En una luna de Júpiter llamada Europa se observa mucho hielo, una especie de rayas o surcos que son producto de la actividad volcánica y varios puntos que son cráteres. Se cree que allí hay posibilidades de encontrar vida (la otra luna en la que hay posibilidades es Titán, de Saturno). ¿Por qué habría vida en Europa? Porque hay hielo y actividad volcánica, y porque en el medio es posible que haya agua. La luna que actualmente presenta actividad volcánica es Io, satélite de Júpiter, lo que se debe a una fricción por mareas muy importante, que promueve el propio planeta Júpiter.

En cuanto a la Tierra, en la península de Yucatán parece que se produjo uno de esos impactos que ocurren muy de vez en cuando, y donde, al parecer, cayó el planetesimal que hace 65 millones de años extinguió a los dinosaurios. En Mercurio, en la Luna y en Marte se terminó la actividad volcánica. Venus, por ejemplo, tiene una atmósfera importante, y continúa, al igual que la Tierra, con su actividad volcánica. Es interesante ver ciertos rasgos a partir de las colisiones: por ejemplo, que Marte al parecer tuvo agua, pero que por sus propias características no la pudo retener. Todos estos tipos de rasgos geológicos tienen que ver con un proceso de formación. Durante muchos años, las teorías se basaron sobre un único ejemplo: nuestro sistema planetario. Ahora bien, resulta que a partir de nuevos descubrimientos hay modelos teóricos que han quedado obsoletos. Uno de los principales problemas de la cosmología es tratar de explicar la existencia de planetas gigantes extrasolares cerca de su estrella. Es decir, según la teoría, los planetas gigantes se forman lejos de su estrella, pero por algún proceso, que debe ser explicado razonablemente, migraron al punto de quedar cerca del sol.



CALOIS BASIN (MERCURIO), EL CRATER MAS GRANDE DEL SISTEMA SOLAR (1300 KM DE DIAM)



SECUENCIA DE IMAGENES DE LA LUNA TOMADA POR LA SONDA CASSINI-HUYGENS.

BAJO NUESTROS PIES

Ernesto Cristallini: La idea de esta presentación es hablar de la geología de los planetas, pero yo no voy a hablar de su formación, pues de eso habló la doctora Parisi, sino de lo que pasó *después* de su formación. Es decir, quiero hablarles de la posible actividad tectónica que han tenido o no esos planetas. Pero sólo me voy a referir a los planetas que llamamos terrestres: Mercurio, Venus, la Tierra, Marte y la Luna, que no es un planeta, pero que por hoy vamos a llamar así. Son planetas básicamente rocosos, y por eso, se los puede tratar de un modo más geológico que a los planetas externos. La densidad de los planetas terrestres es siempre mayor a tres gramos por centímetro cúbico (recordemos que los demás andan en general abajo de los dos). El "planeta" más pequeño es la Luna, luego le siguen Mercurio, Marte, Venus y la Tierra. Se trata de un rasgo muy importante, ya que el tamaño condiciona en cierta manera la capacidad de los planetas de perder calor y, sobre todo, de retener una atmósfera. El calor que tiene cada planeta es el motor de su propia actividad tectónica. En cuanto a tamaño y densidad, el planeta más parecido a la Tierra es sin duda Venus.

En la Tierra, nuestro acceso a la geología es directo. Y podemos observar fácilmente que la densidad de las rocas que están en su superficie es bastante baja. La corteza oceánica, en cambio, tiene una densidad mayor. Esto significa que hay algo en el interior del planeta Tierra que posee mayor densidad que su superficie. Ahora bien, los terremotos, además de ser una desgracia para mucha gente, son para los geólogos una fuente importante de información. A partir de ellos, por ejemplo, podemos saber que la Tierra no tiene una graduación de densidad lineal (baja en su superficie y alta en su interior), sino que hay capas que están separadas en formas bien concretas. Mediante la medición de las ondas sísmicas a través de esas capas se puede arribar a varios datos. Primero, accederemos a la densidad de cada una de estas capas. Segundo, que la capa que recubre al núcleo se comporta como un líquido.

¿Qué sucede con el resto de los planetas? En la Luna, donde se han podido instalar sismógrafos, hay una corteza y posiblemente también un núcleo. Ahora bien, si ese núcleo existiera, sería sólido, es decir que no tendría un comportamiento líquido. Mercurio también tiene una corteza y una densidad de casi cinco. Y a su vez tiene un campo magnético asociado, por lo que se supone que una parte de su núcleo debe ser líquido. En el caso de Marte se puede también suponer la existencia de una corteza, de un manto y de un núcleo. Venus, al parecer, tiene una estructura parecida a la de la Tierra. Pero, ¿por qué existe esta separación de capas en los planetas? Al proceso de separación de capas se lo llama diferenciación. La colisión de los planetesimales juega un rol importantísimo en este proceso de diferenciación. La colisión segrega minerales, los más pesados van hacia abajo y los más livianos hacia arriba. De modo que a partir de esto se divide el núcleo del manto; la formación de la corteza es posterior. Y en general tiene que ver con la tectónica y la craterización, es decir, en los momentos en que el planeta está ya un poco más consolidado.

VOLCANES, CRATERES Y PLACAS

Cristallini (*continúa*): Ahora quiero hablarles de los procesos de la geodinámica de cada uno de los planetas. Es decir, los procesos que hacen cambiar en el tiempo a ese planeta, desde su composición en capas hasta sus modificaciones tectónicas. Hablaremos entonces de tres cosas: de la craterización, del vulcanismo y de la tectónica, separados sólo con fines analíticos o didácticos. El impacto de los planetesimales origina la craterización. Es algo que afectó a todos los planetas terrestres. La superficie de la Tierra es la menos indicada para reconocer cráteres, porque todo lo que la Tierra muestra en su superficie es muy nuevito. La Luna sí guarda una buena historia de craterización, y mirando la Luna vemos qué le ha pasado a un planeta terrestre hace muchísimo tiempo. La Luna está plagada de cráteres y guarda un muy buen registro de ellos; y a partir de ellos se pueden trazar mapas geológicos. Y observaremos que la mayor craterización (en la Luna, en todos los planetas terrestres) se dio entre los 3900 y los 3200 millones de años atrás. La Tierra, por supuesto, también sufrió este alto proceso de craterización, pero nuestra corteza no lo registra hoy por su intensa actividad tectónica. Una actividad lo suficientemente importante como para borrar y reciclar sus marcas en muy poco tiempo. De todas formas existen cráteres, como el de Arizona, que tiene un diámetro de un kilómetro, o el de Yucatán, que es de 170 kilómetros (y es también mucho más viejo; data de alrededor de 65 millones de años); es el impacto que extinguió a los dinosaurios.

En Mercurio se puede observar el cráter más grande del sistema solar: tiene 1300 kilómetros de diámetro. Existen cráteres simples que no producen grandes variaciones en la corteza, pero hay otros que producen vulcanismo: su impacto provoca fusión en la roca de la corteza. Y otros se denominan multiangulares, pues producen perturbaciones muy grandes en la corteza que pueden ser disparadores de procesos tectónicos.

En relación al vulcanismo quiero que tengan presente al volcán Lascar. Se trata de un volcán chico, y su proceso de formación se vincula a la tectónica de la Tierra, algo que no es común en los demás planetas. En Marte se encuentra el famoso Monte Olimpo. Un volcán que tiene 500 kilómetros de diámetro y una altura de 25 mil metros (recuerden que el Everest tiene apenas 8 mil metros). Este es el tipo de vulcanismo que, en la Tierra, pudo haber dado origen a las semillas de los continentes, es decir a las microplacas que luego formaron las macroplacas continentales.

Hablemos ahora de la actividad tectónica. En la Tierra, hace 200 millones de años, los continentes estaban juntos, y luego se separaron, y ahora sabemos que este proceso se produjo por lo menos cinco veces; hay por lo menos cinco Pangeas reconocidas a lo largo de la historia terrestre. A esta actividad se la llama "tectónica tangencial", porque hay grandes movimientos de masas que son paralelas a la superficie. En el resto de los planetas terrestres esto no pasa, pero sí hay, en algunos casos, evidencia de una tectónica llamada vertical. La Tierra y Venus tienen cortezas muy recientes. La Tierra es muy llamativa porque tenemos zonas muy altas y depresiones bajísimas. La topografía de Venus es mucho más pareja, lo cual indica otro tipo de actividad tectónica: no quiere decir que aquí no haya vulcanismo. Venus no es un planeta fósil. Y puede que se haya podido producir allí tectónica de placas.

PLUTON Y POLVO DE ESTRELLAS

–Cuando se habla de polvo, ¿se habla de átomos, de moléculas o de partículas subatómicas?

Parisi: Se trata de partículas moleculares del orden del micrón.

–Suponiendo que la distancia que hay entre el Sol y Plutón es de diez, ¿qué dimensión tiene esa nube gaseosa que estaba alrededor de la estrella en formación?

Parisi: Las dimensiones se extienden hasta las mil unidades astronómicas (una unidad astronómica es la distancia de la Tierra al Sol). Plutón no es el último objeto. Más allá de la órbita de Neptuno hay un montón de objetos que son planetesimales que quedaron como residuos de la formación planetaria. Estos planetesimales se extienden entonces más allá de Plutón. Ahora bien, este disco de planetesimales remanentes transneptunianos se debería extender más allá de las cien unidades astronómicas. Más allá de las 50 unidades astronómicas debería haber más objetos transneptunianos.

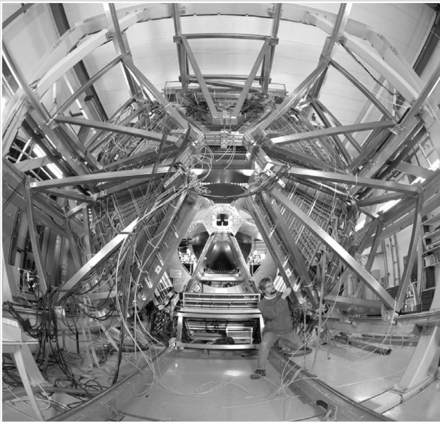
–Se viene discutiendo la definición de Plutón: ¿es o no un planeta?

Parisi: Es cierto, se vienen discutiendo las denominaciones convencionales de los planetas. ¿Qué define a un planeta? Es decir, ¿cuál es el número de masa que define a un planeta o a un planetoide? Quiero decir que donde sí se observan definiciones es en los planetas gigantes, que se formaron por la acreción de los planetesimales. Plutón es una conjunción de planetesimales, pero también es un sistema binario. En realidad, la situación real de Plutón en la comunidad astronómica es que se trata de un transneptuniano. Pero como hace tantos años Plutón ganó la categoría de planeta, bueno, no lo podemos bajar de allí con tanta facilidad. Pero, claro, es algo muy discutible.

NOVEDADES EN CIENCIA

BAUTISMO QUIMICO

Science El nombre que uno lleva es algo más que un rótulo, una etiqueta o un significante vacío pasible de ser llenado con descripciones y características personales. Es, por así decirlo, casi lo que uno es. Algo por el estilo pasa en el campo de la química, donde el arduo proceso de acordar con cierta unanimidad cómo debe llamarse un elemento condujo (y aún conduce) a varios entrecruces nominalistas. Hasta que la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, la autoridad mundial en nomenclatura química, terminología, métodos estandarizados de medida y pesos atómicos) aprueba un nombre y no hay más vuelta que darle. Lo propio ocurrió con el elemento 110, de ahora en más será llamado, según mandato de la IUPAC, "darmstadtio" –hasta el momento se lo conocía simplemente como "ununnilium"– y simbolizado con las siglas "Ds". Así quedó en claro en la recientemente realizada 42ª Asamblea General en Ottawa, Canadá.



El descubrimiento del darmstadtio fue confirmado en 2001 por un equipo de científicos del Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI) de Darmstadt, Alemania, encabezado por el doctor Sigurd Hofmann. El nuevo elemento se "fabricó" mediante fusión bombardeando un blanco de plomo enriquecido con iones de níquel.

Químicamente, el darmstadtio está en el mismo grupo que el níquel, el paladio y el platino (Grupo 10). Sin embargo, a diferencia de estos elementos, se desintegra después de una fracción de milésima de segundo en elementos más livianos al emitir partículas alfa.

Así como el resto de los elementos químicos que siguen al uranio (número 92), el darmastadtio no está presente en el ambiente (se cree que si alguna vez lo estuvo, fue por una fracción ínfima de tiempo en el origen del universo).

Como de costumbre, sus "fabricantes" son los encargados de proponer nombre y símbolo de los nuevos integrantes de la tabla periódica. Y lo hicieron según la tradición de bautizar al nuevo elemento en honor del lugar donde se lo descubrió.

A la hora de encajarle un nombre a un elemento, hay varios caminos: hacerlo en honor a planetas y asteroides (por ejemplo, uranio, por Urano; cerio por el asteroide Ceres; neptunio, por Neptuno); se puede recurrir a la mitología (Vanadio por Vanadis, diosa Escandinava; Paladio por Palas, diosa griega de la sabiduría; Torio por Thor, dios de la guerra escandinavo); en alusión a algún científico (Curio, por Pierre y Marie Curie; Einstenio por Einstein; Nobelio por Alfred Nobel); según sus propiedades (Cloro, de *chloros*, amarillo verdoso; Zirconio, del árabe *zargun*, color dorado) o como se hizo en esta oportunidad, de acuerdo con un lugar (Galio, de Gallia, Francia; Germanio, de Alemania; Selenio, de Selene, la Luna). Claramente, algunos tienen encanto y otros son bastante llanos, simplotes y pedestres.

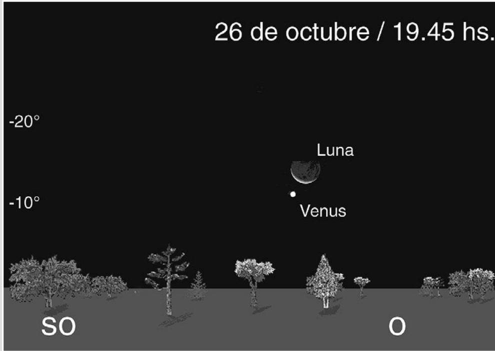
IMPERDIBLE "DUO CELESTE", MAÑANA AL ANOCHECER

La Luna y el lucero

POR MARIANO RIBAS

Mañana, la Luna y Venus formarán una espectacular pareja en el cielo del anochecer. Se los verá tan juntos, que casi parecerán tocarse. Sin embargo, será una simple alineación visual, porque el planeta estará cientos de veces más lejos que nuestro fiel satélite. A continuación, las claves de este curioso show astronómico.

A medida que recorre su órbita alrededor de la Tierra, la Luna desfila delante de astros muchísimo más lejanos. Y vista desde aquí, parece rozarlos, o incluso, taparlos. En el cielo, estos encuentros aparentes son más llamativos cuando las ocasionales "parejas" de la Luna son muy brillantes, y más aún cuando, además, son especialmente cercanos. Y bien, en cuestión de horas, la maquinaria celeste cumplirá a la perfección con estos dos requisitos: mañana, al caer la tarde, la Luna aparecerá casi pegada a Venus, nada menos que el tercer astro más luminoso del cielo (luego del Sol y la misma Luna, por supuesto). Por algo le dicen el "lucero".



A decir verdad, antes del show observable a simple vista (que será inmediatamente posterior a la puesta del Sol), habrá otro espectáculo, aunque sólo reservado a telescopios y binoculares porque ocurrirá a pleno día. Veamos: hacia las 17.50, la Luna –muy fina, y a unos 35º de altura sobre el horizonte Oeste– pasará por delante de Venus, y lo tapará. Será un eclipse muy particular. Pero como la Luna se mueve –y ésta es una excelente oportunidad para vivir ese movimiento real (distinto al aparente, provocado por la rotación terrestre)– finalmente destapará al lucero. Eso ocurrirá a las 18.56, aún de día. Para observar al dúo a ojo desnudo, sólo habrá que esperar un ratito: el Sol se pondrá a las 19.18 (en Buenos Aires y alrededores), y en los minutos siguientes, y cada vez con mayor claridad, se verá a la Luna (con forma de finísima uña), y apenitas por debajo, casi pegado, a Venus, recién asomado (ver gráfico). A pesar de las apariencias, el "lucero" estará a más de 200 millones de km de la Tierra, unas 500 veces más lejos que su compañera de escena. Sea como fuere, desde aquí, la vista será imperdible.

Imperdible, pero no tan fácil, porque toda la escena ocurrirá a poca altura sobre el horizonte. Y en las ciudades, los edificios suelen tapar la parte más baja del cielo. Por eso, un parque o una terraza bien alta con vista despejada hacia el Oeste serán buenos lugares de observación. Está todo dicho. A disfrutar, entonces.

LIBROS Y PUBLICACIONES

EL BEBE PERFECTO: TENER HIJOS EN EL NUEVO MUNDO DE LA CLONACION Y LA GENETICA
Glenn McGee
Barcelona: Gedisa, 2003, 252 páginas



El título a primera vista espanta. Porque puesto así, *El bebé perfecto: Tener hijos en el nuevo mundo de la clonación y la genética*, suena a alegato eugenésico en favor de la reproducción. O en todo caso a examen de conciencia de todos, todos los males que nos impuso la genética. Sin embargo, el primer mérito del volumen es su capacidad para asordinar temas y problemas que se presentan muchas veces de manera apocalíptica. Su autor, Glenn McGee, es profesor del Centro de Bioética en la Universidad de Pensilvania, Estados Unidos, y analiza, siempre a partir de casos concretos, las dimensiones éticas de la reproducción humana.

Sereno, sin estridencias, McGee descomprime principalmente los temores que se han fundado a partir del despunte de la ingeniería genética. Y llega a la conclusión de que ésta es una continuación por otros medios de la capacidad que ha tenido el ser humano de modificar la tiranía (social y ambiental).

No es casual entonces que la suya sea una aproximación de corte pragmatista, en el sentido de aquella venerable tradición filosófica norteamericana que opuso siempre la acción a las esencias (o la democracia a la filosofía). Con esta publicación crece la serie de bioética dirigida por Javier Sádaba y María Casado para la editorial Gedisa: tanto más sustancial.

S. D. N.

AGENDA CIENTIFICA

CHARLA DE LOS VIERNES
El doctor Jorge Adamoli será el encargado de hablar sobre “La expansión agrícola argentina: ¿solución o problema?” en la habitual Charla de los Viernes que organiza la Facultad de Ciencia Exactas (UBA). Será el viernes 31 de octubre a las 19 en el aula 6, Pabellón 2, Ciudad Universitaria. Gratis.

OLIMPIADAS ROBOTICAS
El 7 y 8 de noviembre se realizará la Roboliga 2003, un evento que conjuga la Olimpíada de robótica, la Feria de Proyectos de Robótica, la Exhibición de Fútbol de Robots. Gratis. Av. San Juan 949. Informes: 4637-1414, *info@roboliga.com.ar*.

CONFERENCIA EN MAR DEL PLATA
Hoy a las 18, la licenciada Patricia Suárez (INTA, Universidad Nacional de Mar del Plata) expondrá sobre “El espacio verde como proyección de la casa”, en el marco de una serie de conferencias organizadas por el Museo Municipal de Ciencias Naturales Lorenzo Scaglia. Plaza España, Av. Libertad y la costa (Mar del Plata). Gratis.

ECLIPSE DE LUNA
Con motivo del eclipse total de Luna que se producirá el sábado 8 de noviembre, el Planetario de la Ciudad dispondrá a partir de las 19.30 8 telescopios al aire libre y una pantalla para poder ver el evento. Se suspende en caso de mal tiempo. Av. Figueroa Alcorta y Sarmiento. Gratis.

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

HISTORIA DE LA CIENCIA: SUSTANCIAS QUE NUNCA EXISTIERON

Auge y ocaso del flogisto

POR LEONARDO MOLEDO

Es muy triste la historia de las sustancias que nunca existieron. La del éter es una verdadera telenovela; la del flogisto, más breve, tiene en su haber lo efímero y lo circunstancial, ya que desde el principio los observadores de la materia (que el correr del tiempo transformaría en alquimistas en búsqueda de la piedra filosofal, en químicos constructores de moléculas, y luego en poderosos industriales dedicados a la producción de raticidas, cucarachicidas, espermaticidas y nanotecnologías diversas) se preguntaron sobre el misterio de la combustión y los poderes inalcanzables del fuego. Que no sólo estimula la conversación y quema la piel sino que también derrite los metales, descompone los cuerpos y deja al descubierto los simples. Y que genera en los hombres el temor reverencial al misterio de la combustión.

Nada explicaba acabadamente (si es que algo se puede explicar acabadamente en un mundo donde predomina la ilusión) por qué algunos materiales ardían y otros no, y por qué en determinados momentos la combustión cesaba, o se expandía como un incendio. Aristóteles, universal y omnipresente en todas las cosas que tienen que ver con esta humana costumbre de hacer ciencia, había postulado cuatro principios, uno de los cuales era el fuego; pero los cuatro principios de Aristóteles habían sido desechados por Paracelso (1493-1541), despreciados por Robert Boyle (1627-1691) y desestimados por Van Helmont (1577-1644), que restableció como elemento originario el agua, volviendo así a la fuente (literalmente) de donde manaba la ciencia occidental: Tales de Mileto, que sostenía, allá en el siglo V a. C. que el agua era el principio activo de la materia toda.

Georg Ernst Stahl (1660-1734), siguiendo a su maestro Becher (1635-1682), creyó que las sustancias estaban formadas por tres tipos de “tierra”, más el agua y el aire. A una de las tres tierras, aquella que Becher había llamado “combustible”, la rebautizó como *flogisto* (del griego, que significa “quemado” o “llama”), al que le asignó el noble y supremo propósito de ser el agente y el sostén de la combustión. La combustión, según Stahl, consistía en un intercambio de flogisto, que fluía entre los materiales con la soltura (aunque con más calor) del éter; quemarse era dejar escapar flogisto (que como un humo invisible se mezclaba con el aire), y lo que un químico moderno llamaría reducción consistía en incorporar el flogisto flotante como para tenerlo listo para una nueva combustión.

Extraña sustancia este flogisto de Stahl, por lo menos para nuestros ojos: en principio no podía ser aislado (y por lo tanto tenía la cualidad extraña del *alcahesto* de Van Helmont, un solvente universal, que tenía la propiedad de volver cualquiera de las sustancias al agua original, y que, obviamente, no podía ser retenido en ningún recipiente). Tampoco estaba en ninguno de los tres estados de la materia: ni líquido, ni sólido, ni gaseoso.



Sin embargo, la teoría del flogisto de Stahl explicaba casi todos los hechos conocidos entonces sobre la combustión. La combustión, obviamente, terminaba porque se agotaba el flogisto presente en el combustible y porque un volumen determinado de aire podía absorber una cierta cantidad de flogisto y no más. Cuando el aire se saturaba (se convertía en aire flogistizado), la combustión cesaba. Stahl supuso que el flogisto era absorbido por las plantas, como lo probaban las propiedades combustibles de la madera; había un ciclo del flogisto en la naturaleza, y el ciclo delflogisto era el lazo principal entre los tres reinos naturales. Stahl se dio cuenta de que el aire era necesario para lograr la combustión pero, según él, cumplía un rol de simple catalizador, ya que el flogisto no se desprendería en el vacío. A mediados del siglo XVIII, la doctrina del flogisto era ampliamente aceptada y presidió los trabajos de Joseph Priestley (1733-1804), descubridor del oxígeno al que llamó “aire deflogisticado”, y de Henry Cavendish (1731-1810), que logró la síntesis del agua.

Pero la doctrina del flogisto tenía algunos puntos flojos. Por empezar, los metales calcinados que deberían liberar flogisto resultaban más pesados que los metales de origen. Frente a lo cual algunos seguidores de Stahl propusieron una solución simple: concluyeron que el flogisto tiene en su naturaleza el ir hacia arriba (como el fuego al que forma) y por lo tanto el objeto del cual se desprenden se vuelve más pesado. Esto es, ¡el flogisto tenía peso *negativo*! Y eso, muy cerca del siglo XIX. Con esta misma lógica, cada vez que surgía una dificultad teórica, se agregaba un *ad hoc* que permitiera salvarla.

Pero el principal escollo teórico del flogisto es que no existía. El que enfrentó decididamente el problema y lo derrotó fue Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). En realidad no era cosa del otro mundo derrotar al flogisto, puesto que el flogisto no existía, pero igual tiene su mérito. Lavoisier, antes de ser guillotinado por los revolucionarios franceses, demostró que la combustión no consistía en la *emisión* de flogisto sino en la *incorporación* de oxígeno, y así, con su teoría de la combustión, inició la revolución química que daría finalmente la química moderna. El flogisto, tras breve lucha, puso término a su exigua vida y se retiró a donde quiera que van a parar las sustancias que no existen.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES

Donde se cuenta una nueva historia de Epicteto y se propone un enigma de padres e hijos

POR L. M.

–Bien –dijo el Comisario Inspector–, me quedé con ganas de contar otra historia de Epicteto.

–No veo el inconveniente –dijo Kuhn.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–. “Nerón tenía por costumbre obligar a algunos patricios romanos a actuar delante de él vestidos de mujer y haciendo el ridículo. Un día, Floro cae repentinamente en casa de Agripino, a quien conocemos del Final de Juego del sábado pasado.

–Supongo que esto último no figura en la obras de Epicteto –dijo Kuhn.

–¿Por qué no? –dijo el Comisario Inspector– ¿Qué significa un pequeño desajuste temporal en medio de océanos de tiempo?

–Habíamos quedado en que Floro cayó en casa de Agripino –dijo Kuhn.

–“No sabes qué terrible desgracia” –dice Floro–. “Nerón me ha llamado para que haga el ridículo delante de él esta noche y toda Roma me despreciará.”

–“Entonces no vayas” –le dice Agripino.

–“Pero si no voy, me matarán” –contesta Floro–. “Tú sabes cómo es esto.”

–“Claro que lo sé” –dice Agripino–. “He recibido la misma invitación.”



EPICTETO (55-135). RECONSTRUCCION.

“¿Y qué vamos a hacer?”

–“Te lo diré” –contesta Agripino–. “Finalmente, esta noche, tú irás a hacer el ridículo delante de Nerón, y yo no.”

–“¿Y cómo sabes que yo iré y tú no?”

–“Porque yo ni siquiera me he formulado la pregunta.”

–Mmmm... –dijo Kuhn–. El estoicismo tiene sus vueltas. ¿Y qué pasó? ¿Lo condenaron a muerte?

–No –dijo el Comisario Inspector–. Al destierro, como vimos hace una semana. En fin; el sábado que viene, habrá más historias. Ahora quiero ver qué pasa con este viejo enigma que me contaron hace más de veinte años. Un hombre va al entierro de su padre. Al volver del cementerio, tiene un accidente de automóvil. Lo llevan al hospital y lo introducen en el quirófano, donde tres cirujanos se inclinan sobre él. Del grupo sale una voz que dice:

–“Este hombre es mi hijo. No lo puedo operar”.

¿Cómo puede ser?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Cómo puede ser? ¿Les gustan las historias de Epicteto?

Correo de lectores

CLAUDIO, FLAVIO Y AGRIPINO

Creo que Claudio debería aceptar inmediatamente la poda que le ofrecen, a riesgo de que Agripino se declare en default. Después debe hacerle una palanca grecorromana a Flavio, por aprovecharse de las circunstancias.

Jorge Puccio